

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(11)Publication number : 10-065266

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl.

H01S 3/18

(21)Application number : 08-220189

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 21.08.1996

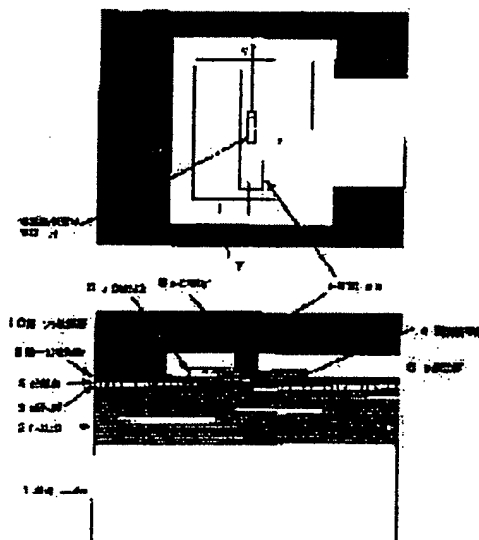
(72)Inventor : SAKAMOTO AKIRA  
YAMAMOTO MASACHIKA  
OTAKE SHIGEYUKI  
IWASA IZUMI

(54) PLANAR EMITTING TYPE SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT, PLANAR EMITTING TYPE SEMICONDUCTOR LASER ARRAY, PLANAR EMITTING TYPE SEMICONDUCTOR LASER BEAM SCANNER, PLANAR EMITTING LASER BEAM RECORDING DEVICE AND LASER RECORDING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a planar emitting type semiconductor laser, which sets a beam diameter into one approximating type circle on a projection surface, can deepen the depth of a focal point, can lessen the restriction on the accuracy which is required to an alignment, and can stably maintain the plane of polarization, while a transverse mode is stabilized, without exerting special effects on the light output characteristics, which are provided by the planar emitting type semiconductor laser which can reduce the fluctuations of the beam diameter, which is projected on the surface of a photosensitive material by the eccentricity of a photosensitive material drum.

SOLUTION: When a vertical resonator planar emitting type semiconductor laser element is constituted into such a structure that an active layer 3 is held between upper and lower semiconductor multilayer reflective films 2 and 5 on a semiconductor substrate 1, and light is emitted in the vertical direction to the substrate, at



least either of the films 2 and 5 is formed so as to make the length in one direction within the surface of the substrate longer than the lengths in the other directions within the surface of the substrate, and the intensity pattern of a luminous beam is formed so as to have a directional property.

---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 23.05.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3677883

[Date of registration] 20.05.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the field luminescence mold semiconductor laser component of the vertical resonator mold with which a barrier layer is inserted the semi-conductor multilayer reflective film of the upper part and the lower part, and emits light to a substrate and a perpendicular direction on a semi-conductor substrate. The field luminescence mold semiconductor laser component characterized by constituting one side [ at least ] among the semi-conductor multilayer reflective film of said upper part and the lower part so that it may become longer than the other directions about the one direction within a substrate side, and being constituted so that the pattern of a luminescence beam on the strength may have directivity.

[Claim 2] the field luminescence mold semiconductor laser component characterize by insert a barrier layer with the semi-conductor multilayer reflective film of the upper part and the lower part , for said barrier layer consist of on a semi-conductor substrate in the field luminescence mold semiconductor laser component of a substrate and the vertical resonator mold which emit light perpendicularly so that it may become longer than the other directions about the one direction within a substrate side , and be constitute so that the pattern of a luminescence beam on the strength may have a directivity .

[Claim 3] In the field luminescence mold semiconductor laser component of the vertical resonator mold with which a barrier layer is inserted the semi-conductor multilayer reflective film of the upper part and the lower part, and emits light to a substrate and a perpendicular direction on a semi-conductor substrate. The current constriction field prepared between these and a barrier layer \*\*\*\*\* of the semi-conductor multilayer reflective film of said upper part and the lower part. The field luminescence mold semiconductor laser component characterized by being constituted so that it may become longer than the other directions about the one direction within a substrate side, and being constituted so that the pattern of a luminescence beam on the strength may have directivity.

[Claim 4] Said current constriction field is a field luminescence mold semiconductor laser component according to claim 3 characterized by consisting of AlAs oxides.

[Claim 5] The field luminescence mold semiconductor laser component according to claim 1 characterize by cover the perimeter with the ingredient at least with one side lower than the effective index among the semi-conductor multilayer reflective film of said upper part and the lower part on a semi-conductor substrate in the field luminescence mold semiconductor laser component of the vertical resonator mold with which a barrier layer be insert the semi-conductor multilayer reflective film of the upper part and the lower part , and emit light to a substrate and a perpendicular direction .

[Claim 6] the field luminescence mold semiconductor laser array characterize by to be constitute so that the pattern of the luminescence beam of each component on the strength may have directivity on a semi-conductor substrate in the field luminescence mold semiconductor laser array by which two or more field luminescence mold semiconductor laser components of the vertical resonator mold with which a barrier layer be insert the semi-conductor multilayer reflective film of the upper part and the lower part , and emit light to a substrate and a perpendicular direction be arranged in the shape of an array in the substrate side .

[Claim 7] the field luminescence mold semiconductor laser array characterize by to be constitute in the

field luminescence mold semiconductor laser array by which the barrier layer be sandwiched on the semi-conductor substrate with the semi-conductor multilayer reflective film of the upper part and the lower part, and two or more substrates and field luminescence mold semiconductor laser components of the vertical resonator mold which emit light perpendicularly be arranged in the shape of an array in the substrate side so that the pattern of the luminescence beam of each component on the strength may have directivity.

[Claim 8] A laser light source and the 1st lens system to which the beam by which outgoing radiation is carried out from said laser light source is expanded for the 1st scale factor in a main scanning direction, The actuation scan of the 2nd lens system expanded or reduced for the 2nd scale factor in the direction of vertical scanning and the beam from said laser light source is carried out. So that the actuation scan system drawn on a scan layer through said 1st and 2nd lens systems may be provided, said laser light source may double with said 1st and 2nd scale factors and a beam may serve as a perfect circle mostly on a scan layer The field luminescence mold semi-conductor laser beam scanner characterized by consisting of \*\*\*\* luminescence mold semiconductor laser equipment which comes to arrange two or more field luminescence mold semiconductor laser components of the vertical resonator mold constituted so that the pattern of the luminescence beam of a component on the strength might have directivity in a substrate side in the shape of an array.

[Claim 9] A laser light source and the 1st lens system to which the beam by which outgoing radiation is carried out from said laser light source is expanded for the 1st scale factor in a main scanning direction, The 2nd lens system expanded or reduced for the 2nd scale factor in the direction of vertical scanning, and the photo conductor which is exposed by the beam and forms electrostatic \*\*\*\*, The actuation scan system which carries out the actuation scan of the beam from said laser light source, and is drawn on a photo conductor side through said 1st and 2nd lens systems, So that a record means to perform image recording based on said electrostatic latent image may be provided, said laser light source may double with said 1st and 2nd scale factors and a beam may serve as a perfect circle mostly on a scan layer The field luminescence laser beam image recorder characterized by consisting of field luminescence mold semiconductor laser equipment which comes to arrange two or more field luminescence mold semiconductor laser components of the vertical resonator mold constituted so that the pattern of the luminescence beam of a component on the strength might have directivity in a substrate side in the shape of an array.

[Claim 10] The 1st lens system and 2nd lens system are minded for the laser beam by which outgoing radiation is carried out from a laser light source. Carry out scaling in a main scanning direction and the direction of vertical scanning for the 1st and 2nd scale factors, respectively, and the actuation scan of this is carried out. Including the process which forms electrostatic \*\*\*\* on a photo conductor side, and the record process which performs image recording based on said electrostatic latent image, according to said 1st and 2nd scale factors, said laser light source so that a beam may serve as a perfect circle mostly on a scan layer The laser record approach characterized by consisting of field luminescence mold semiconductor laser equipment which comes to arrange two or more field luminescence mold semiconductor laser components of the vertical resonator mold constituted so that the pattern of the luminescence beam of a component on the strength might have directivity in a substrate side in the shape of an array.

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a field luminescence mold semiconductor laser component, a field luminescence mold semiconductor laser array, a field luminescence mold semiconductor laser beam scanner, a field luminescence laser beam image recorder, and the laser record approach.

[0002]

[Description of the Prior Art] There are some which were projected on the image surface, using 1 set of lens systems as a conventional field luminescence laser array. However, when it projects on a photo conductor at the rate of actual size in horizontal scanning and the direction of vertical scanning and projects especially on minor diameter drum lifting, a photo conductor drum side turns into a cylinder side with a certain curvature to a projection image side being a flat surface. For this reason, a location gap of a focus will arise in the direction of vertical scanning in which a photo conductor drum side has curvature. In order to solve this problem, the approach of adjusting the magnitude of an image for the scale factor of the direction of vertical scanning as a scale factor lower than that of a main scanning direction, and lessening a focal location gap is proposed (Japanese Patent Application No. No. 8878 [ eight to ]).

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] or [ however, / expanding to a main scanning direction for a predetermined scale factor, and expanding in the direction of vertical scanning for a scale factor smaller than it using the usual circular field luminescence laser, ] -- or when it reduces, the beam diameter of the direction of vertical scanning projected on a sensitization side becomes smaller than the beam diameter of a main scanning direction. Consequently, rather than the depth of focus of a main scanning direction, the depth of focus of the direction of vertical scanning becomes shallow, and a high precision is required of alignment. Moreover, there are problems, like fluctuation of the beam diameter projected on a photo conductor becomes large by the location gap by the eccentricity of a photo conductor drum etc.

[0004] Drawing 1 shows the relation between the location gap from a focal location (beam waist), and change of a beam diameter. For example, even when the beam extracted to 21 micrometers in the focal location which has the profile of a Gaussian mold with a wavelength of 780nm on the strength has 1mm of gaps from a focal location, a beam diameter is at most about 24 micrometers. When the gap from a focal location of the beam extracted to 5 micrometers on the other hand in the focal location which has the profile of a Gaussian mold with a wavelength of 780nm on the strength is 1mm, a beam diameter is set to 40 micrometers or more, and is sensitive to location fluctuation.

[0005] The beam diameter which will be projected on the other hand if in the case of the component structure which carry out outgoing radiation in the direction vertical to a substrate using the mirror which arrange the laser of an end face luminescence mold on a substrate like JP,2-290091,A , and be on this substrate again the beam of an elliptic type be obtained and the scale factor and the component structure of the diameter of a lens of a main scanning direction and the direction of vertical scanning be

chosen as suitable relation can make into the magnitude same in the direction of vertical scanning as a main scanning direction list, and can enlarge the depth of focus.

[0006] However, using the mirror which arranges the laser of an end-face luminescence mold on a substrate, and is on a substrate, the consistency which accumulates a component in the case of the component structure which carries out outgoing radiation in the direction vertical to a substrate could not be enlarged, but there was a problem that a laser spot could not be arranged to high degree of accuracy and high density, and could not be formed on a photo conductor.

[0007] This invention can make small constraint of the precision which was made in view of said actual condition, can make a beam diameter the thing near a perfect circle on plane of projection, and can take the large depth of focus, and is required of alignment, and aims at offering the field luminescence mold semiconductor laser which can reduce fluctuation of the beam diameter projected by the eccentricity of a photo conductor drum on a photo conductor side.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In this invention, an optical axis is received in the beam you were made to generate from a field luminescence mold semiconductor laser component. Then, in the one vertical direction, for a predetermined scale factor Moreover, so that it may face carrying out spot formation on a photo conductor using the projection optical system expanded or reduced to vertical another side for a different scale factor from it to an optical axis and a spot system may be made into the thing near a perfect circle on a photo conductor The field luminescence mold laser component which has the luminescence pattern of the oblateness corresponding to the scale factor of optical system is formed. For example, according to the scale factor of a main scanning direction and the direction of vertical scanning, the shape of beam is adjusted as the luminescence beam diameter of a field luminescence mold semiconductor laser component prepares a component (3 micrometers and 10.5 micrometers) about each direction when obtaining the spot of a 21-micrometer perfect circle on a photo conductor side, and the scale factor of optical system has 7 times in a main scanning direction and has a twice as many scale factor as this in the direction of vertical scanning. Usually, in the field luminescence mold semiconductor laser of a vertical resonator mold, a luminescence pattern is a perfect circle mostly. Laser structure depends this on being constituted by the configuration almost symmetrical in a substrate side. Therefore, a luminescence pattern can be made into a flat configuration by making into structure unsymmetrical in a substrate side resonator structure which constitutes laser. And if the direction of the unsymmetrical luminescence pattern of field luminescence mold semiconductor laser has gathered uniformly in array-izing this field luminescence mold semiconductor laser-dimensional [ 1 ] or in the shape of two-dimensional again, the diameter of a spot can be made into the thing near a perfect circle on a photo conductor about all spots.

[0009] Namely, a barrier layer is inserted on a semi-conductor substrate with the semi-conductor multilayer reflective film of the upper part and the lower part, and the 1st description of this invention is set for the field luminescence mold semiconductor laser component of a substrate and the vertical resonator mold which emits light perpendicularly. It is in one side [ at least ] having been constituted among the semi-conductor multilayer reflective film of said upper part and the lower part, so that it might become longer than the other directions about the one direction within a substrate side, and having been constituted so that the pattern of a luminescence beam on the strength might have directivity.

[0010] the 2nd description of this invention be to be constitute [ to insert a barrier layer on a semi-conductor substrate with the semi-conductor multilayer reflective film of the upper part and the lower part, in the field luminescence mold semiconductor laser component of a substrate and the vertical resonator mold which emit light perpendicularly, to constitute said barrier layer so that it may become longer than the other directions about the one direction within a substrate side, and ] so that the pattern of a luminescence beam on the strength may have a directivity.

[0011] In the field luminescence mold semiconductor laser component of the vertical resonator mold with which a barrier layer is inserted the semi-conductor multilayer reflective film of the upper part and the lower part on a semi-conductor substrate, and the 3rd description of this invention emits light to a substrate and a perpendicular direction It is in the current constriction field prepared between these and a

barrier layer being constituted so that it may become longer than the other directions about the one direction within a substrate side, and \*\*\*\*\* of the semi-conductor multilayer reflective film of said upper part and the lower part being constituted so that the pattern of a luminescence beam on the strength may have directivity.

[0012] Desirably, it is characterized by said current constriction field consisting of AlAs oxides.

[0013] A barrier layer is inserted on a semi-conductor substrate with the semi-conductor multilayer reflective film of the upper part and the lower part, and the 4th description of this invention is in the field luminescence mold semiconductor laser component of a substrate and the vertical resonator mold which emits light perpendicularly to cover the perimeter with the ingredient at least with one side lower than the effective index among the semi-conductor multilayer reflective film of said upper part and the lower part.

[0014] A barrier layer is insert on a semi-conductor substrate with the semi-conductor multilayer reflective film of the upper part and the lower part , and in the field luminescence mold semiconductor laser array by which two or more field luminescence mold semiconductor laser components of a substrate and the vertical resonator mold which emits light perpendicularly were arranged in the shape of an array in the substrate side , the 5th description of this invention is constitute so that the pattern of the luminescence beam of each component on the strength may have directivity .

[0015] The description of the 6th field luminescence mold semiconductor laser scanner of this invention A laser light source and the 1st lens system to which the beam by which outgoing radiation is carried out from said laser light source is expanded for the 1st scale factor in a main scanning direction, The actuation scan of the 2nd lens system expanded or reduced for the 2nd scale factor in the direction of vertical scanning and the beam from said laser light source is carried out. So that the actuation scan system drawn on a scan layer through said 1st and 2nd lens systems may be provided, said laser light source may double with said 1st and 2nd scale factors and a beam may serve as a perfect circle mostly on a scan layer It is in consisting of \*\*\*\* luminescence mold semiconductor laser equipment which comes to arrange two or more field luminescence mold semiconductor laser components of the vertical resonator mold constituted so that the pattern of the luminescence beam of a component on the strength might have directivity in a substrate side in the shape of an array.

[0016] The 1st lens system to which the description of the 7th recording apparatus of this invention expands the beam to which outgoing radiation is carried out from a laser light source and said laser light source for the 1st scale factor in a main scanning direction, The 2nd lens system expanded or reduced for the 2nd scale factor in the direction of vertical scanning, and the photo conductor which is exposed by the beam and forms an electrostatic latent image, The actuation scan system which carries out the actuation scan of the beam from said laser light source, and is drawn on a photo conductor side through said 1st and 2nd lens systems, So that a record means to perform image recording based on said electrostatic latent image may be provided, said laser light source may double with said 1st and 2nd scale factors and a beam may serve as a perfect circle mostly on a scan layer It is in consisting of field luminescence mold semiconductor laser equipment which comes to arrange two or more field luminescence mold semiconductor laser components of the vertical resonator mold constituted so that the pattern of the luminescence beam of a component on the strength might have directivity in a substrate side in the shape of an array.

[0017] The 8th description of this invention minds the 1st lens system and 2nd lens system for the laser beam by which outgoing radiation is carried out from a laser light source. Carry out scaling in a main scanning direction and the direction of vertical scanning for the 1st and 2nd scale factors, respectively, and the actuation scan of this is carried out. So that said laser light source may double with said 1st and 2nd scale factors and a beam may serve as a perfect circle mostly on a scan layer including the process which forms an electrostatic latent image on a photo conductor side, and the record process which performs image recording based on said electrostatic latent image It is in consisting of field luminescence mold semiconductor laser equipment which comes to arrange two or more field luminescence mold semiconductor laser components of the vertical resonator mold constituted so that the pattern of the luminescence beam of a component on the strength might have directivity in a

substrate side in the shape of an array.

[0018] According to this invention, an optical axis is received in the beam emitted from field luminescence mold semiconductor laser. In the one vertical direction, for a predetermined scale factor Since the beam diameter of each direction is adjusted corresponding to these scale factors and he is trying to become a perfect circle mostly on a photo conductor, in case it leads on a photo conductor using the projection optical system already expanded or reduced to an one direction for a vertical different scale factor from it to an optical axis, The large depth of focus can be taken and constraint of the precision required of alignment can be reduced. Therefore, also when the photo conductor drum is carrying out eccentricity, fluctuation of a beam diameter can be controlled.

[0019] Therefore, when recording using this field luminescence mold semiconductor laser component, it becomes it is highly precise and possible to perform reliable record.

[0020]

[Example] Hereafter, this invention is explained, referring to a drawing.

[0021] Drawing 2 (a) and (b) are the plan of the field luminescence mold semiconductor laser equipment of the 1st example of this invention, and its sectional view.

[0022] This field luminescence mold semiconductor laser equipment is the n mold aluminum<sub>0.9</sub>Ga<sub>0.1</sub>As/aluminum<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As lower semi-conductor multilayer reflective film 2 (with a multiplex diffraction Bragg reflection mirror (DBR)) formed on n mold gallium-arsenide (GaAs) substrate 1. The quantum well barrier layer 3 which consists of an aluminum<sub>0.11</sub>Ga<sub>0.89</sub> quantum-well layer of undoping besides formed, and an aluminum<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As barrier layer of undoping, The current constriction layer 4 which is formed of oxidation of AlAs and has opening in the center, By Fukushima as for whom p mold electrode 6 does a laminating to the p mold aluminum<sub>0.9</sub>Ga<sub>0.1</sub>As/aluminum<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As up semi-conductor multilayer reflective film 5 and a p mold GaAs contact layer (not shown) one by one and whom the side face of the current constriction layer 4 exposes Etching clearance is carried out except for a luminescence field and its circumference, and the prismatic form optical regulatory region 7 is formed. And the current constriction layer by which the AlAs layer was oxidized and formed in the lowest layer of the up semi-conductor multilayer reflective film 5 except for central opening is formed here, and it has the structure where a current does not flow to a sedimentation trend, in fields other than this opening. In addition, in order to protect trespass of the impurity to the quantum well barrier layer 3 between the quantum well barrier layer 3 and the current constriction layer 4, the detached core s which consists of aluminum<sub>0.11</sub>Ga<sub>0.89</sub>As is made to intervene.

[0023] Moreover, the 2nd opening is formed in the center of p mold electrode 6 so that the upper part of opening of a current constriction layer may be included, and it is projected and formed so that the 2nd up multilayer reflective film 8 may make the shape of a column on the up semi-conductor multilayer reflective film 5 from this opening.

[0024] Furthermore, the surroundings of this optical regulatory region are covered by the 1st insulator layer 9 which consists of silicon nitride to the middle of the up multilayer reflective film 5 at least. This upper layer As the 2nd insulator layer 10 which consists of silicon oxide to the height of the 2nd up multilayer reflective film 8 is formed, a difference is given to a refractive index a part and around the shape of a column of this 2nd up multilayer reflective film 8 and it is shown in drawing 3 and drawing 4 According to the configuration of this 2nd up multilayer reflective film 8, the beam profile of the elliptic type which carried out flat is formed in the direction of a short hand. The 2nd up multilayer reflective film 8 has the rectangle configuration of 5:1, drawing 3 R> 3 shows the contour line of the beam profile on the strength at this time, and drawing 4 displays this in three dimensions here.

[0025] And n lateral electrode (not shown) which consists of Au-germanium/Au is formed in the substrate rear face.

[0026] n mold lower semi-conductor multilayer reflective film 2 is silicon concentration which it was formed by carrying out the about 40.5 period laminating of an n mold aluminum<sub>0.9</sub>Ga<sub>0.1</sub>As layer and the n mold aluminum<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>AsGaAs layer by thickness  $\lambda/(4nr)$  ( $\lambda$ :oscillation wavelength, nr: refractive index), respectively, and is n mold impurity here. It is  $2 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ . Moreover, quantum well barrier layer 4, aluminum<sub>0.11</sub>Ga<sub>0.89</sub> quantum-well layer of undoping (thickness  $8 \text{nm} \times 3$ ) It



considers as combination with the aluminum<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As barrier layer (thickness 5nm $\times$ 4) of undoping. Moreover, the up semi-conductor multilayer reflective film 7 and a p mold aluminum<sub>0.9</sub>Ga<sub>0.1</sub>As layer. It is thickness about a p mold aluminum<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>AsGaAs layer, respectively. It was formed by carrying out 30 period laminating by turns by  $\lambda/(4nr)$  ( $\lambda$ :oscillation wavelength,  $n$ : refractive index), and the carbon concentration which is a method impurity of p is  $3 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ . Finally the 2nd up semi-conductor multilayer reflective film 8 is undoping. Without being limited to what was used about the class of dopant here, if it is n mold and is a selenium and p mold, it is also possible to use zinc, magnesium, etc.

[0027] In addition, although it was made to perform a current constriction by forming an oxide film from the side face of a pillar-shaped field by carrying out selective oxidation of the AlAs layer in said example, you may make it form an opening by selective etching. In addition, the symmetrical structure of the shape of a perfect circle or a square is sufficient as the configuration of opening surrounded in this current constriction layer, and it may be structure with unsymmetrical ellipse or rectangle etc.

[0028] Here, it designed so that a laser beam with an oscillation wavelength of  $\lambda$ :780nm might be taken out.

[0029] according to this configuration -- an angle -- while the transit route of the carrier in the interior of the pillar-shaped optical regulatory region 7 is narrowed from [ 2 sets of / of opening of the current constriction layer 4 ] plane of symmetry -- light -- also shutting up -- it is carried out. Moreover, since a difference is produced in a refractive index in the 2nd up semi-conductor multilayer reflective film 8 and the 2nd insulating layer 10 around it, it becomes the beam profile of an elliptic type which becomes flat at a plane-of-symmetry side with a more small refractive-index difference. Moreover, thereby, the plane of polarization of outgoing radiation light is stabilized in this direction.

[0030] Next, the production process of this field luminescence mold semiconductor laser equipment is explained.

[0031] first, it is shown in drawing 2 -- as -- organic metal vapor growth (MOCVD) -- by law On n mold gallium-arsenide (GaAs) (100) substrate 1, the n mold aluminum<sub>0.9</sub>Ga<sub>0.1</sub> As/aluminum<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As lower semi-conductor multilayer reflective film 3, Undoping The quantum well barrier layer 3 which consists of an aluminum<sub>0.11</sub>Ga<sub>0.89</sub> quantum-well layer and an aluminum<sub>0.3</sub>Ga<sub>0.7</sub>As barrier layer of undoping, The detached core S and AlAs layer which consist of an aluminum<sub>0.11</sub>Ga<sub>0.89</sub>As layer The laminating of the p mold aluminum<sub>0.9</sub>Ga<sub>0.1</sub> As/aluminum<sub>0.7</sub>Ga<sub>0.3</sub>As up semi-conductor multilayer reflective film 5 and the p mold GaAs contact layer (not shown) is carried out one by one. and insulator layers, such as drawing and silicon oxide film, are formed for a substrate from a deposition chamber, and a photolithography technique is used -- up to the depth an AlAs layer is made to expose by reactive ion etching using SiCl<sub>4</sub> gas -- a semi-conductor layer -- etching clearance -- carrying out -- an angle -- the optical regulatory region 7 which consists of a pillar-shaped semi-conductor column is formed.

[0032] Then, a substrate is heated at 400 degrees C within the quartz tube this substrate was made full [ quartz tube ] of a hot steam, the AlAs layer exposed by performing heat treatment for about 10 minutes oxidizes gradually from an outside cross section, an oxide film is formed, and the field which remained without oxidizing eventually serves as a rectangle configuration. In addition, it replaces with oxidation by heat treatment here, and is in a sulfuric-acid hydrogen-peroxide solution (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>O=1:1:5). You may make it dip for about 30 seconds, and, thereby, an AlAs layer is selectively removed by the so-called side etching from an outside cross section.

[0033] Then, the 1st insulating layer 9 which consists of a silicon nitride layer is formed with a surface resist mask left, and while a lift off removes the 1st insulating layer on the top face of a pillar-shaped field, selective etching removes silicon oxide.

[0034] It carries out after this, and using vacuum deposition and a photolithography technique, the annular p lateral electrode 6 is formed so that the surroundings of the optical regulatory region 7 may be covered. The 2nd up semi-conductor multilayer reflective film 8 is formed with the resist left used by patterning of p lateral electrode of this center, by the lift off, film other than opening is removed with this resist, and a pillar-shaped field is formed.

[0035] And finally, the 2nd insulating layer 10 which consists of a silicon oxide layer is formed, n

lateral electrode is formed in a substrate rear face on the whole surface so that the whole may be covered, and the field luminescence mold semiconductor laser equipment of the 1st example concerning this invention shown in drawing 2 is completed.

[0036] in addition -- although each semi-conductor layer was formed by metal-organic chemical vapor deposition in said example, without it is limited to this -- molecular beam epitaxy (MBE) -- it is good by law etc.

[0037] Moreover, other ingredients, such as a silicon nitride film, may be used also about the insulator layer used as a mask for semi-conductor column formation, without being limited to the silicon oxide film.

[0038] Although the sulfuric-acid hydrogen-peroxide-solution solution was used for etching for removing an AlAs layer selectively in said example further again, what has the high selectivity of the etching rate to aluminum presentation ratio is desirable, and the sulfuric-acid hydrogen-peroxide-solution solution with which an etching rate increases rapidly is the optimal as aluminum presentation ratio becomes high. Moreover, as other etchant, an ammonium hydroxide hydrogen-peroxide-solution solution etc. may be used.

[0039] Moreover, although said example explained the case where temperature to heat was made into 400 degrees C at the time of the selective oxidation of an AlAs layer, what is necessary is just conditions controllable so that the magnitude of a final current path serves as a desired value, without being limited to this. Although the oxidation rate rose and the desired oxidation field could be formed in a short time when temperature was raised, about 400 degrees C was the temperature which is the easiest to control.

[0040] Moreover, etching for semi-conductor column formation is faced. Although there is a problem of the so-called taper configuration in which area spreads being formed, and being hard to make a semi-conductor column with a small diameter as it goes to the pars basilaris ossis occipitalis of a semi-conductor column since the time amount exposed to an etching reagent in the upper layer and a lower layer differs in the case of wet etching the case of dry etching -- reactant ion beam etching (RIBE) -- law and reactive ion etching (RIE) -- if law is used, the side attachment wall of a semi-conductor column can take vertical or an undercut configuration, and can also form a semi-conductor column with a small diameter easily. At this time, it is etching gas. Cl<sub>2</sub>, BCl<sub>3</sub>, and SiCl<sub>4</sub> Or the mixed gas of Ar and Cl<sub>2</sub> etc. is used.

[0041] It seems that thus, actuation of the produced field luminescence mold semiconductor laser component is shown below. Here, the carrier injected into the quantum well layer emits light by electronic-electron hole recombination, it is reflected by the semi-conductor multilayer reflective film of the upper part and the lower part, and this light produces laser oscillation in the place where gain exceeded loss. Although outgoing radiation of the laser beam is carried out through the 2nd up multilayer reflective film prepared in the window part of the electrode prepared in the substrate front face, this configuration forms a flat beam as the ratio of a major axis and a minor axis indicates the rectangle of 5:1 to be to nothing, drawing 3 , and drawing 4 .

[0042] Next, the 2nd field luminescence mold semiconductor laser component and its manufacture approach of an example of this invention are explained, referring to a drawing. Although the 2nd up semi-conductor multilayer reflective film 5 was formed in said 1st example so that it might project on the top face of the prismatic form optical regulatory region 7, in this example, the surroundings of this 2nd up semi-conductor multilayer reflective film 5a are oxidized selectively, the 5s of the 3rd oxide film is formed, and it is characterized by considering as the field where refractive indexes differ.

[0043] With this structure, the effectiveness that the configuration of an outgoing radiation beam can be adjusted easily is taken effect by adjusting the area size which remains without oxidizing in addition to the effectiveness of the 1st example of the above.

[0044] Next, the 3rd field luminescence mold semiconductor laser component and its manufacture approach of an example of this invention are explained, referring to a drawing.

[0045] Although optical column-like regulatory region was formed by etching in said 1st and 2nd examples As this example shows to drawing 6 R> 6, the current constriction layer 14 leaves the rectangle-like opening H by proton impregnation, and is formed. Furthermore, the surroundings of the

up semi-conductor multilayer reflective film 5 of p mold diffuse p mold impurities, such as zinc, and it is formed, and it is constituted so that the up semi-conductor multilayer reflective film 5 may be surrounded in the impurity diffusion field 15 in which a refractive index differs from this. This impurity diffusion field also plays a role of a current impregnation layer, and the p lateral electrode 6 is formed in this upper layer.

[0046] About the condition and other parts of each class, it is formed like said 1st and 2nd examples.

[0047] In addition to the effectiveness of the 1st example of the above, with this structure, the impurity \*\*\*\* mountain villa 15 and light guide waves. Since a refractive-index difference with p draw spike section multilayer reflective film 5 can be made smaller, the effectiveness that the outgoing radiation beam of a bigger path can be obtained easily is taken effect.

[0048] Field luminescence mold semiconductor laser equipment is formed by arranging such a field luminescence mold semiconductor laser component in the shape of an array so that the minor axis of the rectangle-like luminescence pattern p may be gathered in the direction of n as shown in drawing 7  $R > 7$ .

[0049] Moreover, as shown in drawing 8, it is also possible to arrange such a field luminescence mold semiconductor laser component to two dimensions, and to form two-dimensional field luminescence mold semiconductor laser equipment. By forming so that the shafts n and m to which the pattern of the maximum contiguity is connected at this time may make a predetermined include angle, it is more close and can arrange so that an optical exposure can be carried out to homogeneity.

[0050] Next, it is what arranged the component in the shape of [ 1-dimensional ] an array, this field luminescence mold semiconductor laser equipment is constituted, and the gestalt projected on a photo conductor side using horizontal-scanning amplification optical system and vertical-scanning amplification optical system is shown in drawing 9. The luminescence pattern p formed by the field luminescence laser array 100 was made into the shape of an ellipse so that clearly from this drawing, and the oblateness (main-scanning-direction die length: p1, direction die-length: pof vertical scanning 2) of this luminescence pattern p is determined corresponding to the ratio of the scale factor of optical system so that it may become a perfect circle (main-scanning-direction die length: L1, direction die-length: Lof vertical scanning 2,  $L1=L2$ ) on the 13th page of a photo conductor. Here, the shape of beam of a perfect circle can be mostly obtained now for a luminescence pattern on the photo conductor 13 of plane of projection to a longitudinal direction by making the scale factor of 5 times and the direction optical system 22 of vertical scanning into 25 times, and setting the scale factor of the main scanning direction optical system 21 to  $p1/p2=5$  in 5 micrometers and the direction of a short hand, in the case of 1 micrometer.

[0051] The anisotropy of the depth of focus can be made into min by this, the precision required of alignment can be suppressed, and the beam diameter projected by location gap of the eccentricity of a photo conductor drum etc. on a photo conductor side can prevent reducing fluctuation.

[0052] In addition, it cannot be overemphasized that it can realize by other approaches within limits which satisfy the requirements for a configuration of this invention.

[0053]

[Effect of the Invention] As explained above, when according to this invention it expands to a main scanning direction for a predetermined scale factor and expanded or reduces in the direction of vertical scanning for the scale factor not more than it, it doubles with the scale factor of each direction. On a photo conductor side By making a beam into a flat configuration, the depth of focus can be come size, the precision required of alignment can be suppressed, and fluctuation of the beam diameter produced by location gap of the eccentricity of a photo conductor drum etc. can be made small so that a beam may serve as a perfect circle.

[0054] Moreover, when an one direction can be made to stabilize the plane of polarization of outgoing radiation and these components are integrated on the same substrate, it can vary and the plane of polarization of all components can be arranged with an one direction that there is nothing. Moreover, even if it increases an inrush current, plane of polarization can be stabilized, without controlling generation of heat and degrading an optical output property over the large output range, since the path of optical column-like regulatory region can be enlarged enough compared with the form of a light

transmission field.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 65266

(43) 公開日 平成 10 年 (1998) 3 月 6 日

(51) Int. Cl. <sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H01S 3/18

H01S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平 8 - 220189

(22) 出願日 平成 8 年 (1996) 8 月 21 日

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目 17 番 22 号

(72) 発明者 坂本 朗

神奈川県足柄上郡中井町境 430 グリー  
ンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 山本 将央

神奈川県足柄上郡中井町境 430 グリー  
ンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72) 発明者 大竹 茂行

神奈川県足柄上郡中井町境 430 グリー  
ンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(74) 代理人 弁理士 木村 高久

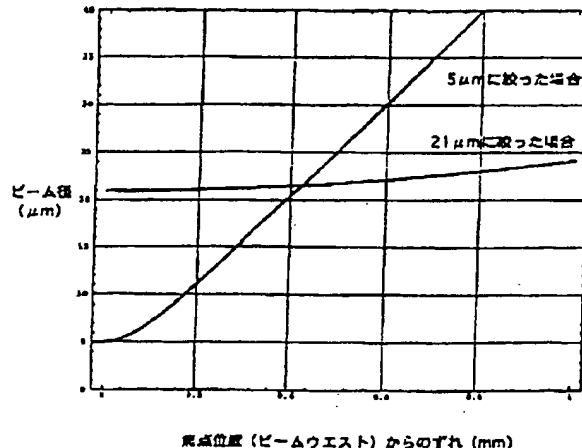
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 面発光型半導体レーザ素子、面発光型半導体レーザアレイ、面発光型半導体レーザビームスキャナ、面発光レーザビーム記録装置およびレーザ記録方法

(57) 【要約】

【課題】 投影面上でビーム径を真円に近いものとし、焦点深度を大きくとることができ、位置合わせに要求される精度の制約を小さくすることができ、感光体ドラムの偏心により、感光体面上に投影されるビーム径の変動を低減することのできる、面発光型半導体レーザを提供する光出力特性に特段の影響を与えず、横モードを安定させながら、偏波面を安定に維持することのできる、面発光型半導体レーザを提供する。

【解決手段】 本発明の第 1 の特徴は、半導体基板 1 上で活性層 3 が上部及び下部の半導体多層反射膜 2、5 により挟まれ、基板と垂直方向に光を放出する垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子において、前記上部及び下部の半導体多層反射膜の内少なくとも一方が基板面内の一方方向について、他方向よりも長くなるように構成され、発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成されていることにある。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上で、活性層が上部及び下部の半導体多層反射膜により挟まれ、基板と垂直方向に光を放出する垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子において、

前記上部及び下部の半導体多層反射膜の内少なくとも一方が基板面内の一方向について、他方向よりも長くなるように構成され、

発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成されていることを特徴とする面発光型半導体レーザ素子。

【請求項 2】 半導体基板上で、活性層が上部及び下部の半導体多層反射膜により挟まれ、基板と垂直方向に光を放出する垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子において、

前記活性層が、基板面内の一方向について、他方向よりも長くなるように構成され、

発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成されていることを特徴とする面発光型半導体レーザ素子。

【請求項 3】 半導体基板上で、活性層が上部及び下部の半導体多層反射膜により挟まれ、基板と垂直方向に光を放出する垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子において、

前記上部及び下部の半導体多層反射膜の外側又はこれらと活性層との間に設けられる電流狭窄領域が、基板面内の一方向について、他方向よりも長くなるように構成され、

発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成されていることを特徴とする面発光型半導体レーザ素子。

【請求項 4】 前記電流狭窄領域は、AlAs 酸化物で構成されていることを特徴とする請求項 3 記載の面発光型半導体レーザ素子。

【請求項 5】 半導体基板上で、活性層が上部及び下部の半導体多層反射膜により挟まれ、基板と垂直方向に光を放出する垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子において、

前記上部及び下部の半導体多層反射膜の内少なくとも一方が、その実効屈折率よりも低い材料によって、周囲が被覆されていることを特徴とする請求項 1 記載の面発光型半導体レーザ素子。

【請求項 6】 半導体基板上で、活性層が上部及び下部の半導体多層反射膜により挟まれ、基板と垂直方向に光を放出する垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子が、基板面内にアレイ状に複数個配列された面発光型半導体レーザアレイにおいて、

各素子の発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成されていることを特徴とする面発光型半導体レーザアレイ。

【請求項 7】 半導体基板上で活性層が上部及び下部の半導体多層反射膜により挟まれ、基板と垂直方向に光を放出する垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子が、

基板面内にアレイ状に複数個配列された面発光型半導体レーザアレイにおいて、

各素子の発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成されていることを特徴とする面発光型半導体レーザアレイ。

【請求項 8】 レーザ光源と、

前記レーザ光源から出射されるビームを主走査方向で第 1 の倍率で拡大する第 1 のレンズ系と、副走査方向で第 2 の倍率で拡大または縮小する第 2 のレンズ系と、

10 前記レーザ光源からのビームを駆動走査し、前記第 1 および第 2 のレンズ系を介して走査面上に導く駆動走査系とを具備し、

前記レーザ光源が、前記第 1 および第 2 の倍率に合わせ、ビームが走査面上でほぼ真円となるように、素子の発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成された垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子を、基板面内にアレイ状に複数個配列してなる面発光型半導体レーザ装置で構成されていることを特徴とする面発光型半導体レーザビームスキャナ。

20 【請求項 9】 レーザ光源と、

前記レーザ光源から出射されるビームを主走査方向で第 1 の倍率で拡大する第 1 のレンズ系と、副走査方向で第 2 の倍率で拡大または縮小する第 2 のレンズ系と、

ビームによって感光し静電潜線を形成する感光体と、

前記レーザ光源からのビームを駆動走査し、前記第 1 および第 2 のレンズ系を介して感光体面上に導く駆動走査系と、

前記静電潜線に基づいて画像記録を実行する記録手段とを具備し、

30 前記レーザ光源が、前記第 1 および第 2 の倍率に合わせ、ビームが走査面上でほぼ真円となるように、素子の発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成された垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子を、基板面内にアレイ状に複数個配列してなる面発光型半導体レーザ装置で構成されていることを特徴とする面発光レーザビーム記録装置。

【請求項 10】 レーザ光源から出射されるレーザ光を第 1 のレンズ系および第 2 のレンズ系を介して、主走査方向および副走査方向にそれぞれ第 1 および第 2 の倍率で拡大縮小し、これを駆動走査して、感光体面上に静電潜線を形成する工程と、

前記静電潜線に基づいて画像記録を実行する記録工程とを含み、

前記レーザ光源が、前記第 1 および第 2 の倍率に応じて、ビームが走査面上でほぼ真円となるように、素子の発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成された垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子を、基板面内にアレイ状に複数個配列してなる面発光型半導体レーザ装置で構成されていることを特徴とするレーザ記録

50 方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、面発光型半導体レーザ素子、面発光型半導体レーザアレイ、面発光型半導体レーザビームスキャナ、面発光レーザビーム記録装置およびレーザ記録方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の面発光レーザアレイとして、例えば、1組のレンズ系を用いて像面に投影するようにしたものがある。しかしながら、主走査および副走査方向に等倍率にて感光体に投影した場合、特に小径ドラム上に投影した際には、投影像面は平面であるのに対し、感光体ドラム面はある曲率をもつ円筒面となる。このため、感光体ドラム面が曲率をもつ副走査方向に焦点の位置ずれが生じることになる。この問題を解決するため、副走査方向の倍率を主走査方向のそれよりも低い倍率として、像の大きさを調整し焦点位置ずれを少なくする方法が提案されている（特願平8-8878号）。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、通常の円形の面発光レーザを用い、主走査方向に所定の倍率で拡大し、副走査方向にはそれよりも小さい倍率で拡大するか若しくは縮小した場合には、感光面上に投影される副走査方向のビーム径は、主走査方向のビーム径よりも小さくなる。その結果、主走査方向の焦点深度よりも副走査方向の焦点深度が浅くなり、位置合わせに高い精度が要求される。また、感光体ドラムの偏心などによる位置ずれにより、感光体上に投影されるビーム径の変動が大きくなるなどの問題がある。

【0004】図1は焦点位置（ビームウェスト）からの位置ずれとビーム径の変化との関係を示す。例えば、波長780nmのガウシアン型の強度プロファイルを有する焦点位置にて21 $\mu$ mに絞られたビームは、焦点位置からのずれが1mmある場合でもビーム径は高々24 $\mu$ m程度である。一方、波長780nmのガウシアン型の強度プロファイルを有する焦点位置にて5 $\mu$ mに絞られたビームは焦点位置からのずれが1mmである場合にはビーム径は40 $\mu$ m以上になり、位置変動に対して敏感である。

【0005】一方、例えば特開平2-290091号のように、端面発光型のレーザを基板上に配列したこの基板上にあるミラーを用いて基板に垂直な方向に出射する素子構造の場合、楕円型のビームが得られ、主走査方向および副走査方向のレンズ径の倍率と素子構造を適当な関係に選ぶと、投影されるビーム径は主走査方向並びに副走査方向に同じ大きさにすることができ、焦点深度を大きくすることができる。

【0006】しかしながら、端面発光型のレーザを基板上に配列し基板上にあるミラーを用いて基板に垂直な方向に出射する素子構造の場合、素子を集積する密度を大

きくすることができず、レーザスポットを感光体上に高精度かつ高密度に配列して形成することができないという問題があった。

【0007】本発明は、前記実情に鑑みてなされたもので、投影面上でビーム径を真円に近いものとし、焦点深度を大きくとることができ、また位置合わせに要求される精度の制約を小さくすることができ、感光体ドラムの偏心により、感光体面上に投影されるビーム径の変動を低減することのできる、面発光型半導体レーザを提供することを目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明では、面発光型半導体レーザ素子から発生せしめられたビームを、光軸に対して垂直な1方向には所定の倍率で、また光軸に対して垂直なもう一方にはそれとは異なる倍率で拡大または縮小する投影光学系を用いて感光体上にスポット形成するに際し、感光体上でスポット系を真円に近いものにするように、光学系の倍率に対応した偏平率の発光パターンを有する面発光型レーザ素子を形成する。例えば感光体面上で21 $\mu$ mの真円のスポットを得る場合に、光学系の倍率が主走査方向に7倍、副走査方向に2倍の倍率を有する場合には、面発光型半導体レーザ素子の発光ビーム径がそれぞれの方向について3 $\mu$ m、10、5 $\mu$ mの素子を用意するというように、主走査方向および副走査方向の倍率に応じてビーム形状を調整している。通常垂直共振器型の面発光型半導体レーザでは、発光パターンはほぼ真円である。これはレーザ構造が基板面内にほぼ対称な形状に構成されていることによる。従ってレーザを構成する共振器構造を基板面内に非対称な構造とすることで、発光パターンを偏平な形状にすることができる。そしてまたこの面発光型半導体レーザを1次元または2次元状にアレイ化する場合には面発光型半導体レーザの非対称な発光パターンの方向が一様に揃っていれば、すべてのスポットについて感光体上でスポット径を真円に近いものにするすることができる。

【0009】すなわち、本発明の第1の特徴は、半導体基板上で活性層が上部及び下部の半導体多層反射膜により挟まれ、基板と垂直方向に光を放出する垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子において、前記上部及び下部の半導体多層反射膜の内少なくとも一方が基板面内の一方について、他方向よりも長くなるように構成され、発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成されたことにある。

【0010】本発明の第2の特徴は、半導体基板上で活性層が上部及び下部の半導体多層反射膜により挟まれ、基板と垂直方向に光を放出する垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子において、前記活性層が、基板面内の一方について、他方向よりも長くなるように構成され、発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成されていることにある。

【0011】本発明の第3の特徴は、半導体基板上で活性層が上部及び下部の半導体多層反射膜により挟まれ、基板と垂直方向に光を放出する垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子において、前記上部及び下部の半導体多層反射膜の外側又はこれらと活性層との間に設けられる電流狭窄領域が、基板面内の一方について、他方向よりも長くなるように構成され、発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成されていることにある。

【0012】望ましくは、前記電流狭窄領域はAlAs酸化物で構成されていることを特徴とする。

【0013】本発明の第4の特徴は、半導体基板上で活性層が上部及び下部の半導体多層反射膜により挟まれ、基板と垂直方向に光を放出する垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子において、前記上部及び下部の半導体多層反射膜の内少なくとも一方が、その実効屈折率よりも低い材料で周囲が被覆されていることにある。

【0014】本発明の第5の特徴は、半導体基板上で活性層が上部及び下部の半導体多層反射膜により挟まれ、基板と垂直方向に光を放出する垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子が、基板面内にアレイ状に複数個配列された面発光型半導体レーザアレイにおいて、各素子の発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成されている。

【0015】本発明の第6の面発光型半導体レーザスキャナの特徴は、レーザ光源と、前記レーザ光源から出射されるビームを主走査方向で第1の倍率で拡大する第1のレンズ系と、副走査方向で第2の倍率で拡大または縮小する第2のレンズ系と、前記レーザ光源からのビームを駆動走査し、前記第1および第2のレンズ系を介して走査面上に導く駆動走査系とを具備し、前記レーザ光源が、前記第1および第2の倍率に合わせ、ビームが走査面上でほぼ真円となるように、素子の発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成された垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子を、基板面内にアレイ状に複数個配列してなる面発光型半導体レーザ装置で構成されていることにある。

【0016】本発明の第7の記録装置の特徴は、レーザ光源と、前記レーザ光源から出射されるビームを主走査方向で第1の倍率で拡大する第1のレンズ系と、副走査方向で第2の倍率で拡大または縮小する第2のレンズ系と、ビームによって感光し静電潜像を形成する感光体と、前記レーザ光源からのビームを駆動走査し、前記第1および第2のレンズ系を介して感光体面上に導く駆動走査系と、前記静電潜像に基づいて画像記録を実行する記録手段とを具備し、前記レーザ光源が、前記第1および第2の倍率に合わせ、ビームが走査面上でほぼ真円となるように、素子の発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成された垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子を、基板面内にアレイ状に複数個配列してなる面発光型半導体レーザ装置で構成されていることにある。

る。

【0017】本発明の第8の特徴は、レーザ光源から出射されるレーザ光を第1のレンズ系および第2のレンズ系を介して、主走査方向および副走査方向にそれぞれ第1および第2の倍率で拡大縮小し、これを駆動走査して、感光体面上に静電潜像を形成する工程と、前記静電潜像に基づいて画像記録を実行する記録工程とを含み、前記レーザ光源が、前記第1および第2の倍率に合わせ、ビームが走査面上でほぼ真円となるように、素子の発光ビームの強度パターンが方向性をもつように構成された垂直共振器型の面発光型半導体レーザ素子を、基板面内にアレイ状に複数個配列してなる面発光型半導体レーザ装置で構成されていることにある。

【0018】本発明によれば、面発光型半導体レーザから発せられたビームを、光軸に対して垂直な1方向には所定の倍率で、光軸に対して垂直なもう一方方向にはそれとは異なる倍率で拡大または縮小する投影光学系を用いて感光体上に導く際、これらの倍率に対応して各方向のビーム径を調整し、感光体上でほぼ真円となるようにしているため、焦点深度を大きくとることができ、位置合わせに要求される精度の制約を低減することができる。従って感光体ドラムが偏心している場合にも、ビーム径の変動を抑制することができる。

【0019】従ってこの面発光型半導体レーザ素子を用いて記録を行う場合、高精度で信頼性の高い記録を行うことが可能となる。

【0020】

【実施例】以下、本発明について、図面を参照しつつ説明する。

【0021】図2(a)および(b)は本発明の第1の実施例の面発光型半導体レーザ装置の上面図、その断面図である。

【0022】この面発光型半導体レーザ装置は、n型ガリウムヒ素(GaAs)基板1上に形成されたn型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As下部半導体多層反射膜2(多重回折ブラッグ反射鏡(DBR))と、この上に形成されたアンドープのAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As量子井戸層とアンドープのAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As障壁層とからなる量子井戸活性層3と、AlAsの酸化によって形成され、中央に開口を有する電流狭窄層4と、p型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As上部半導体多層反射膜5と、p型GaAsコンタクト層(図示せず)と、p型電極6が順次積層せしめられ、電流狭窄層4の側面が露呈する深さまで、発光領域およびその周辺を除いてエッチング除去され、角柱状の光制御領域7が形成されている。そしてここで上部半導体多層反射膜5の最下層に、中央の開口部を除いてAlAs層が酸化されて形成された電流狭窄層が形成されており、この開口部以外の領域では堆積方向に電流が流れない構造となっている。なお、量子井戸活性層3と電流狭窄層4の間には量子井



戸活性層3への不純物の侵入を保護するためにAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>Asからなる分離層sが介在せしめられている。

【0023】また、p型電極6の中央には電流狭窄層の開口の上部を含むように、第2の開口が形成されこの開口から上部半導体多層反射膜5上に第2の上部多層反射膜8が柱状をなすように突出して形成されている。

【0024】さらにこの光制御領域の周りは少なくとも上部多層反射膜5の途中まで酸化シリコンからなる第1の絶縁層9で覆われ、この上層は、第2の上部多層反射膜8の高さまで酸化シリコンからなる第2の絶縁層10が形成され、この第2の上部多層反射膜8の柱状の部分とその周囲とで屈折率に差をもたせるようにし、図3および図4に示すように、この第2の上部多層反射膜8の形状に応じ、短手方向に偏平した楕円型のビームプロファイルが形成されるようになっている。ここで第2の上部多層反射膜8は、5:1の矩形形状を有しており、図3はこのときのビーム強度プロファイルの等高線を示し、図4はこれを3次元表示したものである。

【0025】そして基板裏面にはAu-Ge/Auからなるn側電極(図示せず)が形成されている。

【0026】ここでn型下部半導体多層反射膜2は、n型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As層とn型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>AsGaAs層とをそれぞれ膜厚λ/(4n<sub>r</sub>) (λ:発振波長、n<sub>r</sub>:屈折率)で約40.5周期積層することによって形成されたもので、n型不純物であるシリコン濃度は2×10<sup>11</sup>cm<sup>-3</sup>である。また、量子井戸活性層4は、アンドープのAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>量子井戸層(膜厚8nm×3)とアンドープのAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As障壁層(膜厚5nm×4)との組み合わせとする。また、上部半導体多層反射膜7は、p型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As層とp型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>AsGaAs層とをそれぞれ膜厚λ/(4n<sub>r</sub>) (λ:発振波長、n<sub>r</sub>:屈折率)で交互に30周期積層することによって形成されたもので、p方不純物であるカーボン濃度は3×10<sup>11</sup>cm<sup>-3</sup>である。最後に第2の上部半導体多層反射膜8はアンドープである。ドーパントの種類についてはここで用いたものに限定されることがなく、n型であればセレン、p型であれば亜鉛やマグネシウムなどを用いることも可能である。

【0027】なお前記実施例ではAlAs層を選択酸化することにより柱状領域の側面から酸化膜を形成することにより電流狭窄を行うようにしたが、選択エッチングにより空隙を形成するようにしてもよい。なおこの電流狭窄層で囲まれる開口の形状は真円若しくは正形状の対称な構造でもよいし、楕円または矩形などの非対称な構造であってもよい。

【0028】ここでは、発振波長λ:780nmのレーザ光を取り出すように設計した。

【0029】この構成によれば、角柱状の光制御領域7の内部におけるキャリアの通過経路が、電流狭窄層4の

開口の2組の対称面方向から狭められると共に光の閉じ込めも行われる。また第2の上部半導体多層反射膜8とその周りの第2の絶縁層10とで屈折率に差を生じるため、より屈折率差の小さい対称面側に偏平となるような楕円型のビームプロファイルとなる。またこれにより、出射光の偏波面はこの方向に安定化される。

【0030】次に、この面発光型半導体レーザ装置の製造工程について説明する。

【0031】まず、図2に示すように、有機金属気相成長(MOCVD)法により、n型ガリウムヒ素(GaAs)(100)基板1上に、n型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As下部半導体多層反射膜3と、アンドープのAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>量子井戸層とアンドープのAl<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As障壁層とからなる量子井戸活性層3と、Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As層からなる分離層S、AlAs層とp型Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As/Al<sub>0.1</sub>Ga<sub>0.9</sub>As上部半導体多層反射膜5と、p型GaAsコンタクト層(図示せず)とを順次積層する。そして基板を成長室から取出し、酸化シリコン膜などの絶縁膜を形成しフォトリソグラフィ技術を用いて、SiCl<sub>4</sub>ガスを用いた反応性イオンエッチングにより、AlAs層が露出せしめられる深さまで半導体層をエッチング除去して、角柱状の半導体柱からなる光制御領域7を形成する。

【0032】続いてこの基板を、高温の水蒸気を充填させた石英管内で基板を400℃に加熱し、約10分間の熱処理を行うことにより露出したAlAs層が外側断面から徐々に酸化され、酸化膜が形成され、最終的には酸化されずに残った領域が長方形形状となる。なお、ここで熱処理による酸化に代えて、硫酸過酸化水素溶液(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>:H<sub>2</sub>O=1:1:5)中に、約30秒間浸すようにしても良く、これにより、AlAs層はいわゆるサイドエッチングにより外側断面から選択的に除去される。

【0033】この後、表面のレジストマスクを残したまま、酸化シリコン層からなる第1の絶縁層9を形成し、リフトオフにより柱状領域上面の第1の絶縁層を除去すると共に選択エッチングにより酸化シリコンを除去する。

【0034】この後、蒸着法およびフォトリソグラフィ技術を用いて、光制御領域7の周りを覆うように環状のp側電極6を形成する。この中央のp側電極のパターニングで用いたレジストを残したまま第2の上部半導体多層反射膜8を形成し、リフトオフにより、このレジストと共に開口部以外の膜を除去し、柱状領域を形成する。

【0035】そして最後に、全体を覆うように酸化シリコン層からなる第2の絶縁層10を形成し、基板裏面には全面にn側電極を形成して、図2に示した本発明にかかる第1の実施例の面発光型半導体レーザ装置が完成する。

【0036】なお、前記実施例では各半導体層は有機金属気相成長法で形成したが、これに限定されことなく分子線エピタキシー(MBE)法などによっても良い。

【0037】また、半導体柱形成のためのマスクとして用いる絶縁膜についても、酸化シリコン膜に限定されことなく窒化シリコン膜など他の材料を用いても良い。

【0038】さらにまた、前記実施例ではAlAs層を選択的に除去するためのエッチングに硫酸過酸化水素水溶液を用いたがAl組成比に対するエッチングレートを選択性が高いものが望ましく、Al組成比が高くなるにつれてエッチングレートが急激に増大する硫酸過酸化水素水溶液は最適である。また他のエッチャントとしては水酸化アンモニウム過酸化水素水溶液などを用いても良い。

【0039】また、前記実施例ではAlAs層の選択酸化の際、加熱する温度を400℃とした場合について説明したが、これに限定されことなく、最終的な電流通路の大きさが所望の値となるよう制御できる条件であればよい。温度をあげると酸化速度が上昇し、短時間で所望の酸化領域を形成する事ができるが、400℃程度がもっとも制御しやすい温度であった。

【0040】また、半導体柱形成のためのエッチングに際しては、ウェットエッチングの場合、上層と下層でエッチング液にさらされる時間が異なることから、半導体柱の底部に向かうにつれて面積が広がるいわゆるテーパー形状が形成され、直径の小さな半導体柱が作りにくいという問題があるが、ドライエッチングの場合、反応性イオンビームエッチング(RIBE)法や反応性イオンエッチング(RIE)法を用いれば、半導体柱の側壁が、垂直あるいはアンダーカット形状をとるようにすることもでき、直径の小さな半導体柱も容易に形成することができる。このとき、エッチングガスとしては $Cl_1$ 、 $BCl_1$ 、 $SiCl_1$ 、あるいはArと $Cl_1$ の混合ガス等が用いられる。

【0041】このようにして作製された面発光型半導体レーザ素子の動作は、以下に示す如くである。ここで、量子井戸層に注入されたキャリアは電子-正孔再結合により光を放出し、この光は上部と下部の半導体多層反射膜によって反射され、利得が損失を上回ったところでレーザ発振を生ずる。レーザ光は基板表面に設けられた電極の窓部に設けられた第2の上部多層反射膜を介して出射されるが、この形状が長軸と短軸との比が5:1の矩形をなし、図3および図4に示すような扁平なビームを形成する。

【0042】次に本発明の第2の実施例の面発光型半導体レーザ素子およびその製造方法について、図面を参照しつつ説明する。前記第1の実施例では、角柱状の光制御領域7の上面に突出するように第2の上部半導体多層反射膜5を形成したが、この例ではこの第2の上部半導体多層反射膜5aの周りを選択的に酸化し第3の酸化膜

5sを形成し、屈折率の異なる領域としたことを特徴とする。

【0043】この構造では、上記第1の実施例の効果に加え酸化されずに残る領域の大きさを調節することにより、出射ビームの形状を容易に調節することができるという効果を奏する。

【0044】次に本発明の第3の実施例の面発光型半導体レーザ素子およびその製造方法について、図面を参照しつつ説明する。

【0045】前記第1および第2の実施例ではエッチングにより柱状の光制御領域を形成したが、この例では図6に示すように電流狭窄層14はプロトン注入により矩形の開口Hを残して形成され、さらにp型の上部半導体多層反射膜5の周りが亜鉛などのp型不純物を拡散して形成され、上部半導体多層反射膜5をこれとは屈折率の異なる不純物拡散領域15で囲むように構成されている。この不純物拡散領域は電流注入層としての役割をも果たし、この上層にp側電極6が形成されている。

【0046】各層の状態および他の部分については、前記第1および第2の実施例と同様に形成されている。

【0047】この構造では、上記第1の実施例の効果に加え、不純物拡散領域15と光が導波するp型上部多層反射膜5との屈折率差をより小さくすることができるため、より大きな径の出射ビームを容易に得ることができるという効果を奏する。

【0048】このような面発光型半導体レーザ素子を図7に示すように、矩形の発光パターンpの短軸をnの方向に揃うようにアレイ状に配列することによって面発光型半導体レーザ装置が形成される。

【0049】また図8に示すように、このような面発光型半導体レーザ素子を二次元に配列して2次元の面発光型半導体レーザ装置を形成することも可能である。この時最近接のパターンを結ぶ軸nおよびmが所定の角度をなすように形成することにより、均一に光照射を行うことができるように、より密接して配列することができる。

【0050】次にこの面発光型半導体レーザ装置を、素子を1次元のアレイ状に配列したもので構成し、主走査拡大光学系、副走査拡大光学系を用いて感光体面上に投影する形態を図9に示す。この図から明らかなように面発光レーザアレイ100で形成する発光パターンpを楕円状にし、この発光パターンpの偏平率(主走査方向長さ:p1、副走査方向長さ:p2)を、感光体13面上で真円(主走査方向長さ:L1、副走査方向長さ:L2、 $L1=L2$ )となるように、光学系の倍率の比に対応して決定している。ここでは発光パターンを長手方向に5 $\mu$ m、短手方向に1 $\mu$ mの場合に、主走査方向光学系21の倍率を5倍、副走査方向光学系22の倍率を2.5倍とし、 $p1/p2=5$ とすることにより、投影面の感光体13上でほぼ真円のビーム形状を得ることができ

ようになっている。

【0051】これにより焦点深度の異方性を最小にすることができ、位置合わせに要求される精度を抑え、感光体ドラムの偏心などの位置ずれにより、感光体面上に投影されるビーム径が変動を低減するのを防ぐことができる。

【0052】なお、本発明の構成要件を満足する範囲内で他の方法によっても実現可能であることはいうまでもない。

【0053】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、主走査方向に所定の倍率で拡大し、副走査方向にはそれ以下の倍率で拡大若しくは縮小した場合に、各方向の倍率に合わせて、感光体面上で、ビームが真円となるように、ビームを偏平形状にすることにより、焦点深度を大きくとることができ、位置合わせに要求される精度を抑え、感光体ドラムの偏心などの位置ずれにより生じるビーム径の変動を小さくすることができる。

【0054】また、出射の偏波面を一方に安定化させることが出来、これらの素子を同一基板上に集積化した際、すべての素子の偏波面をばらつきなく一方に揃える事ができる。また注入電流を増加しても、光透過領域の形に比べて柱状の光制御領域の径を十分に大きくする事ができるため発熱を抑制し、広い出力範囲にわたって光出力特性を劣化させることなく偏波面を安定化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】焦点位置からの位置ずれとビーム径の変化を示す図

【図2】本発明の第1の実施例の面発光型半導体レーザ

素子を示す図

【図3】半導体多層反射膜の矩形形状が5:1である場合のビーム強度プロファイルの等高線を示す図

【図4】同ビーム強度プロファイルの3次元表示を示す図

【図5】本発明の第2の実施例の面発光型半導体レーザ素子を示す図

【図6】本発明の第3の実施例の面発光型半導体レーザ素子を示す図

10 【図7】本発明の面発光型半導体レーザ素子を用いた1次元アレイの概念図

【図8】本発明の面発光型半導体レーザ素子を用いた2次元アレイの概念図

【図9】同半導体レーザ装置におけるビームの主走査方向および副走査方向での投影状態を示す図

【符号の説明】

1 n型ガリウムヒ素(GaAs)基板

2 n型下部半導体多層反射膜

3 量子井戸活性層

20 4 電流狭窄層

5 p型上部半導体多層反射膜

6 p側電極

7 光制御領域

8 第2のp型上部半導体多層反射膜

9 第1の絶縁層

10 第2の絶縁層

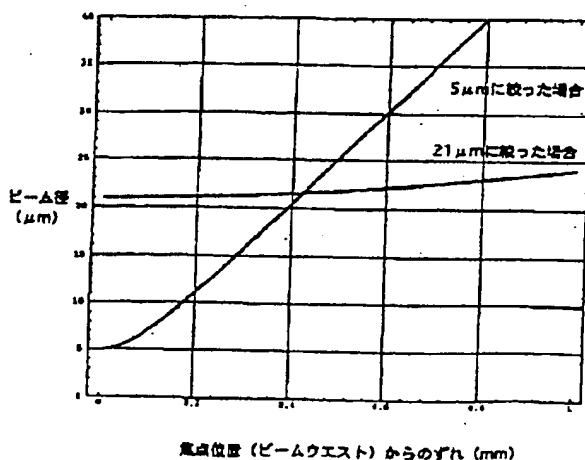
13 感光体

21 主走査拡大走査系

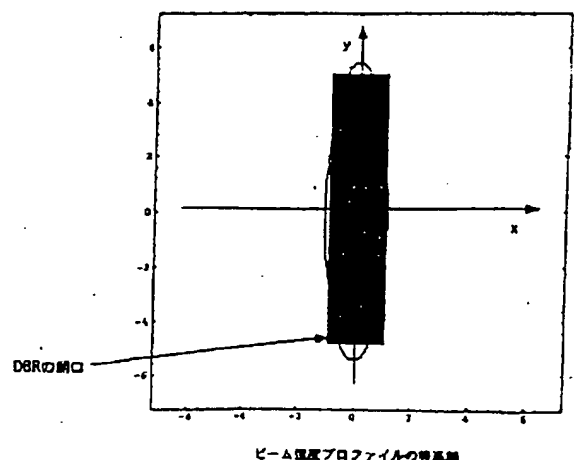
22 副走査拡大走査系

30 100 面発光型半導体レーザアレイ面

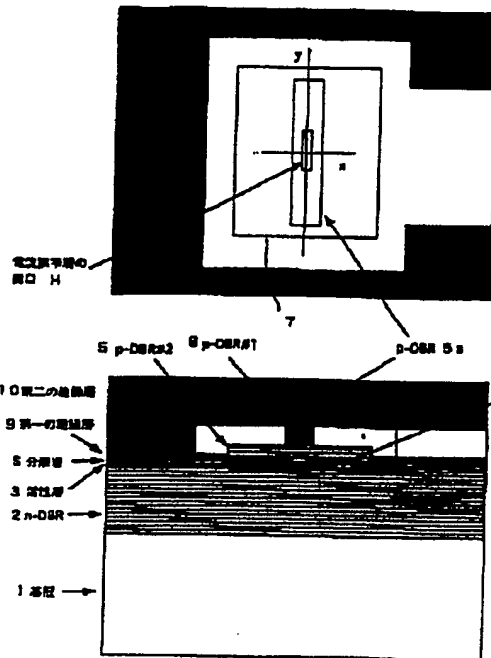
【図1】



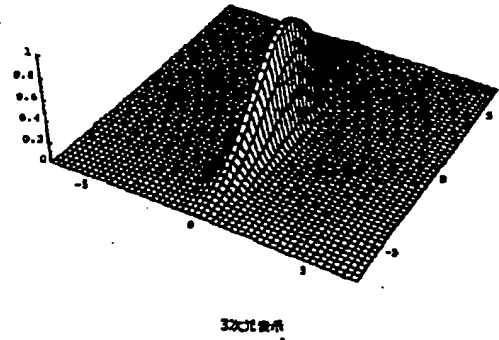
【図3】



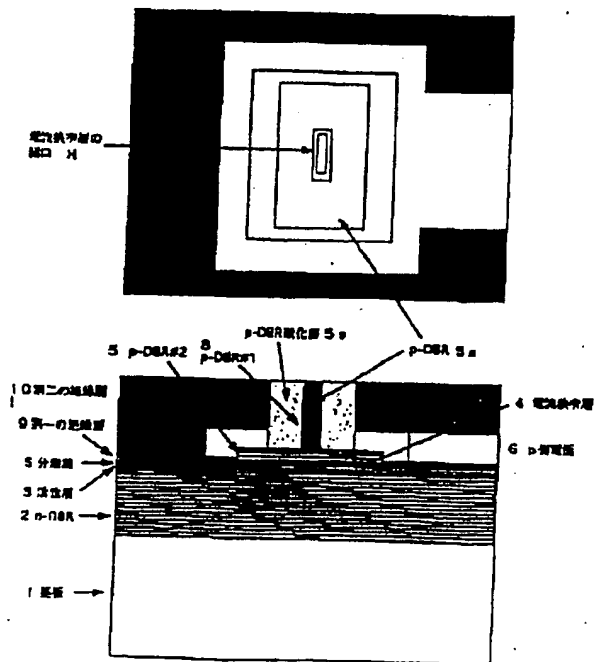
【圖 2】



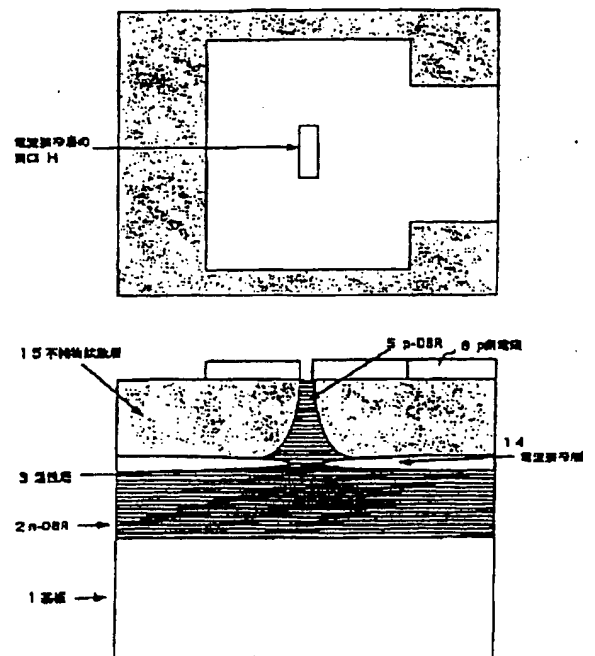
【圖 4】



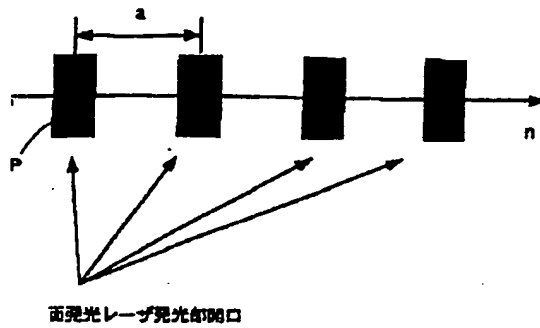
【圖 5】



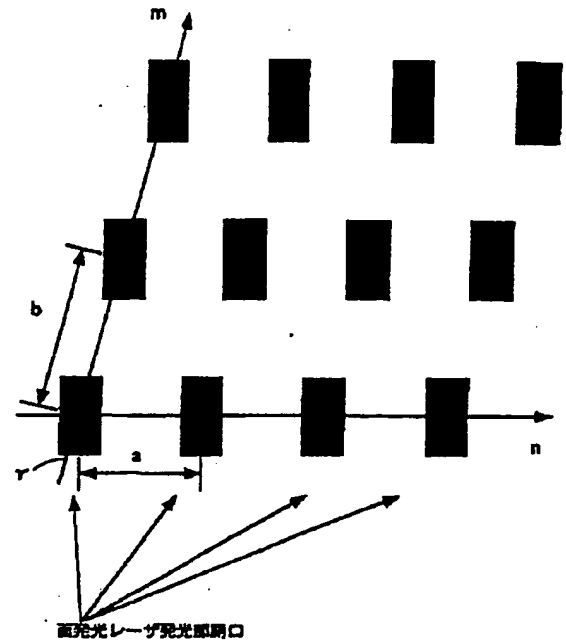
【例 6】



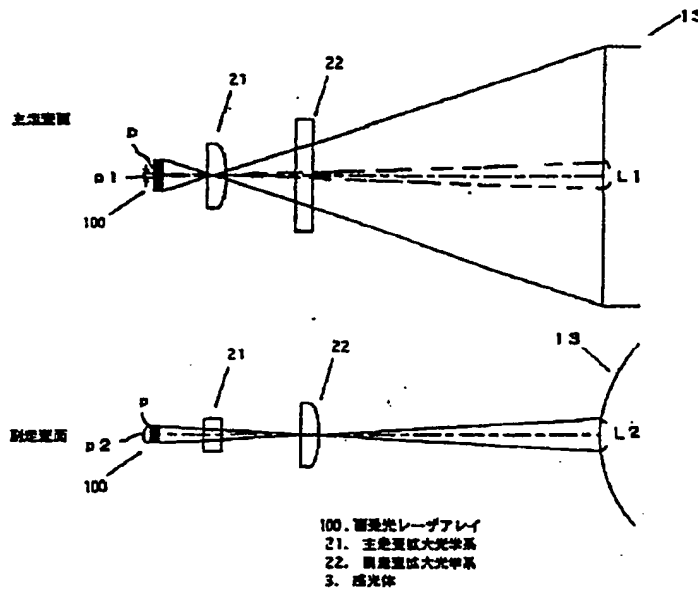
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(12) 発明者 岩佐 泉  
神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリー  
ンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**